



PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE COMMUNICATION ENTRE UNE PLURALITÉ
DE MODULES INTERCONNECTÉS EN RÉSEAU.

La présente invention concerne un procédé et un dispositif
5 de communication entre une pluralité de modules
interconnectés en réseau, éventuellement avec un poste
central.

Elle s'applique notamment, mais non exclusivement, à
10 l'utilisation du réseau de distribution électrique en tant
que réseau de communication.

Il s'avère qu'une telle application pose de nombreux
problèmes. Tout d'abord, il est difficile de connaître les
impédances de charge, lesquelles peuvent varier de manière
15 importante en fonction des éléments raccordés au réseau
électrique.

Ensuite, le taux d'atténuation des signaux de transmission
d'information par courant porteur est très variable en
fonction de la position de l'émetteur sur le réseau
20 électrique. Par ailleurs, on peut observer un parasitage au
niveau du courant porteur qui peut être important, et donc

qui peut perturber les transmissions d'informations utilisant ce moyen.

5 Pour ces différentes raisons, il est difficile de déterminer une portée minimum de transmission. Les différents modules doivent donc être espacés d'une distance inférieure à cette portée minimale, et il est nécessaire que chaque module répète les messages qu'il reçoit et qui ne lui sont pas destinés.

10

Par ailleurs, un réseau de distribution électrique présente généralement une topologie complexe comportant de nombreuses intersections réparties aléatoirement. Il est donc nécessaire de prévoir un mode d'adressage des
15 différents modules que l'on veut faire communiquer, qui puisse s'appliquer à n'importe quelle topologie de réseau. Si l'on souhaite interconnecter un nombre important de modules, l'adressage des différents modules doit pouvoir être effectué sans manipulations fastidieuses qui
20 entraînent des risques d'erreur importants. En outre, ce mode d'adressage doit permettre à chaque module de déterminer si il se trouve sur un chemin par lequel doit transiter un message reçu, de manière à pouvoir déterminer si il doit ou non répéter le message.

25

La présente invention a pour but de surmonter ces problèmes. A cet effet, elle propose un procédé de communication entre une pluralité de modules interconnectés en un réseau comprenant une unité centrale et dans lequel
30 chaque module est relié directement à un autre module unique, dit amont, en direction de l'unité centrale, le module amont pouvant être constitué par l'unité centrale.

Ce procédé est caractérisé en ce qu'il comporte une phase
35 d'adressage automatique des modules au cours de laquelle l'adresse de chaque module est déterminée par le module amont déjà associé à une adresse, ladite phase comprenant pour chaque module :

- la mise du module en attente d'un message d'installation contenant une adresse de module,
- 5 - la détection par le module amont du nombre de modules avals déjà associés à une adresse et qui lui sont reliés directement,
- le calcul par le module amont de l'adresse du module en
10 attente, à partir de l'adresse du module amont et dudit nombre de modules avals,
- la transmission par le module amont au module en attente, d'un message d'installation contenant l'adresse ainsi
15 calculée, et le stockage en mémoire de l'adresse reçue par le module en attente.

Grâce à ces dispositions, la détermination de l'adresse de chaque module est effectuée automatiquement lors de la
20 connexion du module au réseau, de proche en proche en partant de l'unité centrale, ce qui supprime tout risque d'erreur.

Par ailleurs, l'adresse d'un module aval est déterminée en
25 fonction de celle du module amont et de la présence éventuelle de modules avals déjà installés. Par conséquent, cette adresse indique à elle toute seule la position du module correspondant sur le réseau.

30 Selon une particularité de l'invention, l'adresse d'un module donné comprend un numéro d'ordre obtenu en numérotant successivement tous les modules situés sur un chemin reliant directement le module donné à l'unité centrale, en commençant par un pour le premier module relié
35 sur le chemin à l'unité centrale, ainsi qu'une adresse de liaison permettant de déterminer les différents tronçons de ligne constituant le chemin reliant le module à l'unité centrale.

Selon une autre particularité de l'invention, les modules communiquent entre eux en échangeant des messages émis sur le réseau, chaque message comprenant des informations sur les adresses de l'émetteur et du destinataire du message.

5

Selon une autre particularité, le procédé selon l'invention comprend pour chaque module du réseau se trouvant à portée de l'émetteur d'un message : la réception du message par le module, la détermination par le module du chemin reliant
10 l'émetteur au récepteur grâce aux informations sur les adresses de l'émetteur et du destinataire du message, et la répétition du message par le module si celui-ci se trouve sur le chemin entre l'émetteur et le destinataire, et si le message n'a pas déjà été répété par un autre module, les
15 informations sur l'adresse de l'émetteur du message étant remplacées par celles relatives à l'adresse du module.

De cette manière, on s'affranchit de la portée réduite des transmissions d'informations par courant porteur, tout en
20 évitant de saturer le réseau.

Un mode de réalisation du procédé selon l'invention sera décrit ci-après, à titre d'exemple non limitatif, avec référence aux dessins annexés dans lesquels :

25

La figure 1 représente schématiquement un réseau de distribution électrique auquel sont raccordés des modules conçus pour communiquer entre eux et avec un poste central ;

30

La figure 2 montre le schéma électrique d'un module ;

La figure 3 montre un circuit d'émission et de réception de messages numériques sur le réseau de distribution électrique ;

La figure 4 montre la structure de l'adresse de chaque module ;

5 La figure 5 est une représentation schématique d'une portion de réseau illustrant le mode d'adressage des modules ;

La figure 6 donne l'algorithme de détermination de l'adresse d'un module ;

10 La figure 7 montre la structure des messages échangés par les modules via le réseau électrique ;

La figure 8 donne l'algorithme exécuté par chaque module qui reçoit un message pour déterminer s'il doit ou non répéter le message ;

15 La figure 9 montre une représentation schématique générale d'un réseau électrique utilisé en tant que moyen de communication ;

20 La figure 1 montre un réseau de distribution électrique comprenant un certain nombre de postes électriques 1,2 permettant de transformer l'électricité en haute tension qu'il reçoit, en basse tension (220 V) triphasée, pour alimenter un ensemble d'armoires de distribution électrique 3,4,5. Chaque armoire 3,4,5 distribue une tension de 220 V monophasée à un certain nombre de lignes 7,8,9, chaque ligne servant à alimenter par exemple, des abonnés ou un
25 ensemble de candélabres servant à l'éclairage public.

Un tel réseau peut être utilisé en tant que réseau de communication entre un poste central 10 raccordé à une armoire de distribution électrique 3, et une pluralité de
30 modules M_1, M_2, \dots, M_n connectés aux différentes lignes issues des différentes armoires électriques 3,4,5. A cet effet chaque module M_i est conçu pour émettre et recevoir

des informations bidirectionnellement par courant porteur, en modulation de phase, par exemple à une fréquence de 132 kHz. Le poste central est équipé d'un calculateur 11, couplé au réseau électrique par l'intermédiaire d'un module d'interface 12 qui assure la transmission d'informations entre le calculateur 11 et le réseau électrique.

L'armoire de distribution 4 comprend une unité centrale 13 permettant d'établir la continuité de la transmission d'informations entre le réseau triphasé et les différentes lignes électriques 7,8,9, et notamment à orienter les informations en provenance du poste central 10 vers l'une ou l'autre des lignes alimentées par l'armoire de distribution.

Par ailleurs, étant donné que le réseau de distribution électrique est composé d'ensembles monophasés alimentés chacun par un poste électrique 1,2 respectif, on utilise un dispositif de couplage 14 de réseau entre chaque ensemble, qui assure la transmission des informations d'un ensemble à l'autre, sans pour autant interconnecter les différents ensembles sur le plan électrique.

Sur la figure 2, un module M_i comprend au moins deux étages, à savoir :

- un premier étage assurant l'alimentation du module M_i , son couplage au réseau de distribution d'électricité, et la génération d'un signal de synchronisation à partir de la tension U_s fournie par le réseau électrique, et
- un second étage organisé autour d'un microprocesseur 23 assurant le pilotage de l'ensemble du module.

Le premier étage comprend :

- un circuit d'alimentation 21 qui, à partir de la tension U_s entre la phase 15 et le neutre 16, fournit les

tensions d'alimentation nécessaires aux différents organes du module M_i ,

- un circuit de couplage 22 connecté entre la phase 15 et le neutre 16, conçu pour assurer l'échange d'informations entre le microprocesseur 23 et le réseau électrique, et
- un circuit de synchronisation 22 également connecté entre la phase 15 et le neutre 16, conçu pour engendrer un signal logique SS synchrone de la tension électrique U_s fournie par le réseau électrique, ce signal logique SS étant appliqué sur une entrée du microprocesseur 23.

Le circuit de couplage 22 peut être réalisé à l'aide d'un transformateur ou d'un circuit résonnant de type LC calé sur la fréquence de la porteuse de transmission des messages par courant porteur.

Le second étage, ou étage de commande, comprend, autour du microprocesseur 23 :

- une mémoire EEPROM 24 permettant de sauvegarder des informations, notamment les informations liées à la configuration du module M_i ,
- un circuit d'émission / réception 25 conçu pour moduler les informations à émettre, fournies par le microprocesseur 23, et envoyer le signal ainsi obtenu au circuit de couplage 22, et pour démoduler et amplifier les signaux d'information transmis par le circuit de couplage 22, et délivrer les informations ainsi obtenues au microprocesseur 23,

Par ailleurs, le microprocesseur 23 est connecté à deux voyants, un voyant rouge 31 de signalisation des défauts, et un voyant vert 32 pour la signalisation des états de fonctionnement. Il est également connecté à un bouton 33 de

marche/arrêt, et un bouton 34 qui permet de déclencher un mode de calcul d'adresse, lors de l'installation du module.

Comme précédemment mentionné, le microprocesseur 23
5 communique avec le poste central 10 par messages transmis par courant porteur, en modulation de phase, par exemple à une fréquence de 132 kHz, via le réseau de distribution électrique.

10 Pour réaliser une telle fonction, le circuit d'émission / réception 25 représenté sur la figure 3, est constitué par exemple, d'un modulateur / démodulateur à modulation de phase, du type asynchrone synchronisé, comprenant par exemple, une première porte OU EXCLUSIF 53 qui combine une
15 porteuse F_t avec le signal des données à émettre en provenance de la borne de connexion T_x du microprocesseur 23, et délivre un signal modulé en phase ou en opposition de phase avec la porteuse en fonction du niveau logique 0 ou 1 de la donnée numérique à émettre.

20 La sortie de la porte 53 est reliée circuit de couplage 22 qui est soit positionné en émission, soit en réception grâce à un signal $T_x R_x$ émis par le microprocesseur 23 et appliqué à l'entrée E/R du circuit de couplage 22.

25 Lorsque le circuit de couplage 22 est positionné en émission, il présente une impédance de sortie faible, de l'ordre de quelques Ohms. Il permet également de filtrer le signal émis pour le transformer en un signal sinusoïdal.

30 La porteuse F_t est obtenue grâce à un oscillateur 54 contrôlé en fréquence et en phase par une boucle d'asservissement appliquant une tension de commande U_0 en entrée de l'oscillateur 54. Cette boucle d'asservissement comprend :

35 - une porte OU EXCLUSIF 52 dont une entrée est reliée à la sortie de l'oscillateur 54,

- un échantillonneur-bloqueur constitué par un générateur d'impulsions 56 qui commande un interrupteur 60 dont l'entrée est connectée à la sortie de la porte 52, et qui permet de charger un condensateur C_d relié à la masse,
- 5 - une porte OU EXCLUSIF 51 dont les entrées sont connectées aux sorties de la porte 52 et de l'interrupteur 60, et
- un filtre-intégrateur 62 présentant une constante de temps RC, relié à la sortie de la porte 51, et
- 10 fournissant le signal de commande U_0 .

Le générateur d'impulsions 56 délivre un signal $d(F_t)$ constitué d'une impulsion à chaque front du signal F_t en entrée, c'est-à-dire, deux impulsions par période du signal F_t . Lorsque l'interrupteur 60 est ouvert entre deux impulsions du signal $d(F_t)$, la tension aux bornes du condensateur C_d reste bloquée au niveau logique 0 ou 1 de la dernière valeur de la tension prélevée par l'interrupteur 60 lorsque celui-ci a été fermé durant une impulsion fournie par le générateur 56.

20

Par ailleurs le signal $T_x R_x$ sert également à commander un commutateur 57 qui permet de sélectionner soit le signal de données F_x reçu par le circuit de couplage 22, soit un signal F_0 engendré par un oscillateur 58, de préférence piloté par un quartz. Ce signal F_0 présente une tension rectangulaire périodique ayant une fréquence constante, égale à celle de la porteuse.

25

30 Le signal F_0 ou F_x sélectionné par le commutateur 57 est envoyé à l'entrée de la porte OU EXCLUSIF 52. La boucle d'asservissement permet ainsi de caler la fréquence et la phase du signal F_t délivré par l'oscillateur 54, à l'émission, sur celles du signal F_0 , et à la réception, sur celles du signal reçu F_x .

35

A l'émission, le commutateur 57 est positionné par le signal $T_x R_x$ de façon à appliquer le signal de sortie F_0 de l'oscillateur 58 sur une entrée de la porte 52. Le signal F_0 étant constant, le signal F_t engendré par l'oscillateur 54 est lui aussi constant, ainsi que le signal $d(F_t)$ engendré par le générateur d'impulsions 6 et qui vient commander l'interrupteur 10.

Ainsi, le signal passant par l'interrupteur 60 vient charger au niveau logique 0 ou 1 le condensateur C_d , ce qui bloque la tension aux bornes du condensateur au niveau logique 0 ou 1 du dernier échantillon prélevé jusqu'à l'échantillon suivant. Le filtre 62 permet d'obtenir une tension U_0 de commande de l'oscillateur 54 de manière à ce que le signal F_t corresponde en fréquence au signal F_0 .

Le signal T_x émis par le microprocesseur 23 commence par un bit de début pour permettre au destinataire de ce signal de lever l'incertitude sur la phase initiale du signal. En réception, la valeur de ce bit de début pourra être exploitée pour déterminer s'il faut inverser ou non la valeur des bits suivants contenus dans le signal reçu.

Il résulte de la table de vérité de la fonction OU EXCLUSIF que pendant les intervalles de temps où le signal T_x de données émis par le microprocesseur 23 est au niveau logique 0, la tension en sortie de la porte 53 correspond en forme et en phase exactement à la porteuse F_t . Lorsque le signal T_x de données est au niveau logique 1, le signal $F_t + T_x$ en sortie de la porte 53 correspond en forme et en phase à la porteuse F_t déphasée de 180° (inversion de phase).

En réception, le circuit de couplage 22 est positionné en réception par le signal $T_x R_x$, il présente alors une impédance d'entrée élevée, de l'ordre de quelques centaines d'Ohms, de manière à transmettre le signal de données F_x du réseau électrique à un amplificateur 59 qui effectue également un filtrage des fréquences parasites circulant

sur le réseau de distribution électrique. Le commutateur 7 est positionné par le signal $T_X R_X$ de façon à appliquer le signal F_X à l'entrée de la porte 52.

- 5 La porte OU EXCLUSIF 52 combine alors la porteuse avec le signal reçu F_X , pour obtenir un signal $F_t + F_X$ au niveau logique 0 ou 1 suivant que le signal reçu F_X est en phase ou en opposition de phase avec la porteuse F_t , le signal $F_t + F_X$ étant introduit dans la boucle d'asservissement
10 décrite ci-avant.

- L'échantillonneur-bloqueur constitué par le générateur 56 qui commande l'interrupteur 60, ainsi que le condensateur C_d permet de remettre le signal reçu F_X à phase constante
15 par rapport à la fréquence F_t , et fournit au microprocesseur 23 le signal démodulé U_d disponible aux bornes du condensateur C_d . Ce signal démodulé est appliqué par l'intermédiaire d'un inverseur 63, d'une part à l'entrée R_X des données reçues du microprocesseur 23, et
20 d'autre part à l'entrée P de détection de la porteuse du microprocesseur 23, au travers d'un générateur d'impulsions 64 et d'un circuit à constante de temps 65. De cette manière, lors de la détection de la porteuse, le microprocesseur 23 peut se mettre en attente d'un signal
25 sur son entrée R_X .

- L'emploi d'un échantillonneur-bloqueur permet donc d'effectuer une démodulation très rapide du signal reçu. Ainsi la vitesse de transmission numérique exprimée en
30 kilo-bits par seconde, peut théoriquement atteindre la vitesse de la porteuse.

- Ainsi, par exemple, avec une fréquence de porteuse égale à 135 kHz, ce circuit peut émettre et recevoir un signal
35 numérique à la vitesse de 90 Kilo-bits par seconde.

Chaque module connecté au réseau est repéré par rapport à l'unité centrale 13, par une adresse constituée d'un numéro d'ordre 70 et d'une adresse de liaison 71 (figure 4).

- 5 Le numéro d'ordre 70 de chaque module M_i , par exemple, sur un octet, est obtenu en numérotant successivement tous les modules situés sur le chemin du réseau reliant le module M_i à l'unité centrale 13, en commençant par le numéro un pour le module connecté directement à l'unité centrale 13 et
10 situé sur le chemin considéré.

Ainsi, la figure 5 montre l'unité centrale 13 connectée à trois lignes principales 76,77,78 auxquelles sont raccordés des modules représentés par des points, tel que 75, sur les
15 lignes, chaque point étant associé à un numéro représentant le numéro d'ordre 70 du module.

Les modules connectés directement à l'unité centrale 13 portent un numéro d'ordre égal à 1, les modules suivants un numéro d'ordre égal à 2, et ainsi de suite jusqu'à
20 l'extrémité de chaque ligne principale.

Lorsque l'on rencontre une intersection, telle que 79 sur la ligne principale 77, d'où partent des lignes secondaires 80,81, tous les modules reliés directement à l'intersection
25 portent le même numéro d'ordre, à savoir 4 dans l'exemple de la figure 5, les modules suivants sur chaque ligne étant numérotés à partir de ce numéro d'ordre. Ainsi, le numéro d'ordre 70 d'un module représente le nombre de modules plus 1, situés entre le module considéré et l'unité centrale 13.

30

L'adresse de liaison 71 d'un module M_i permet de repérer le tronçon de ligne (entre deux intersections) auquel est connecté le module, et de déterminer le chemin reliant le module à l'unité centrale 13, ce numéro tenant compte de
35 toutes les intersections se trouvant entre le module et l'unité centrale. Ainsi, cette adresse 71 est constituée, par exemple, de trois champs 72 à 74 ou niveaux, de deux

octets chacun, le premier octet indiquant un numéro de ligne L, et le second octet un numéro d'intersection I.

Les adresses de liaison des différents tronçons de ligne
5 sont indiqués sur la figure 5 dans des cadres, comme celui portant la référence 85.

Le premier niveau 72 donne le numéro de la ligne principale
76,77,78 à laquelle est relié le module, et le nombre
10 d'intersections situées entre l'unité centrale 13 et le module sur la ligne principale. Si les numéros de ligne L et d'intersection I du second niveau 73 sont différents de zéro, ils indiquent respectivement le numéro de ligne
15 secondaire à laquelle est relié le module et nombre d'intersections rencontrées sur la ligne secondaire en direction de l'unité centrale 13. De la même façon, le numéro de ligne du troisième niveau 74 permet de numérotter les lignes 82 qui partent d'une ligne secondaire 83.

20 Ainsi, par exemple le module 84 portant l'adresse 11-22.31.10 est le onzième module en partant de l'unité centrale 13 sur le chemin qui le relie à celle-ci. Il est connecté à la ligne secondaire numéro 1 qui est reliée à l'intersection numéro 1 de la ligne secondaire numéro 3,
25 laquelle est reliée à l'intersection numéro 2 de la ligne principale 77 numéro 2.

Ce mode d'adressage d'un module permet ainsi de localiser
n'importe quel module raccordé au réseau, et de déterminer
30 le chemin qui le relie à l'unité centrale 13.

Afin d'éviter des manipulations complexes et sources
d'erreur, l'adresse des modules est déterminée
automatiquement. A cet effet, comme précédemment mentionné,
35 chaque module comprend un mode de calcul d'adresse qui est déclenché grâce au bouton 34. Lors de l'installation d'un module M_i , il suffit de presser ce bouton 34 ainsi que celui du module situé en amont par rapport à l'unité

centrale 13, ou bien le bouton correspondant de l'unité centrale 13 si le module à installer se trouve immédiatement en aval de celle-ci. Cette opération active l'exécution d'un programme par le microprocesseur 23 dont
5 l'algorithme est représenté sur la figure 6.

Ce programme commence par tester si la mémoire EEPROM 24 contient l'adresse du module (étape 100). Si aucune adresse de module n'est détectée, on se trouve dans la situation
10 d'un module M_i pour lequel on cherche à déterminer l'adresse. Dans ce cas, le module M_i se met en attente temporisée de réception d'un message d'installation contenant une adresse (étape 101). Si le module M_i reçoit un tel message dans un certain délai, il émet un signal
15 d'accusé de réception (étape 102), stocke l'adresse reçue dans la mémoire 24 (étape 103), et émet un message de fin d'installation de module contenant l'adresse reçue en direction du poste central 10 pour avertir celui-ci qu'un module portant cette adresse vient d'être installé (étape
20 104).

Lorsque le calculateur 11 du poste central 10 reçoit un message de fin d'installation d'un module, il crée un nouvel enregistrement dans la base de données BD contenant
25 l'adresse de module reçue, et invite l'opérateur à compléter cet enregistrement, notamment avec des informations de localisation géographique du module.

Dans le cas où une adresse de module figure dans la mémoire
30 24 (étape 100), on se trouve dans le cas d'un module M_{i-1} déjà affecté à une adresse et situé immédiatement en amont du module M_i que l'on veut installer. Le module M_{i-1} peut représenter l'unité centrale 13 affectée arbitrairement à l'adresse 0-00.00.00, dans le cas où l'on veut installer le
35 module M_i situé immédiatement en aval de l'unité centrale 13.

Le module M_{i-1} détermine alors à quel niveau n il se trouve en examinant les champs à 0 de l'adresse lue dans la

mémoire 24 (étape 105). L'adresse lue du module présente la forme suivante $(N)-(L,I)_n \cdot (0,0)_{n+1}$, N étant le numéro d'ordre du module, et $(L,I)_n$ l'adresse de liaison du niveau n le plus élevé non nul. Le module M_{1-1} émet ensuite un message d'interrogation de présence vers un module dont l'adresse est égale à $(N+1)-(L,I+1)_n \cdot (0,0)_{n+1}$ (étape 106), ce qui correspond à un module M_1 situé immédiatement en aval du module M_{1-1} et d'une intersection, puis il se met en attente d'une réponse avec temporisation (étape 107).

10

Si aucune réponse n'est reçue dans le délai (étape 108), cela signifie qu'aucun module ne porte l'adresse indiquée dans le message d'interrogation, et donc qu'aucune intersection n'a été repérée immédiatement en aval du module M_{1-1} . Le module M_{1-1} émet alors un message d'interrogation de présence vers un module portant l'adresse $(N+1)-(L,I)_n \cdot (0,0)_{n+1}$ (étape 109), ce qui correspond à un module situé immédiatement en aval, sans intersection intermédiaire. Il se met ensuite en attente d'une réponse avec temporisation (étape 110). Si aucune réponse n'est reçue dans le délai (étape 111), cela signifie qu'aucun module déjà installé ne se trouve en aval sur la ligne. L'adresse du module que l'on cherche à calculer est donc égale à $(N+1)-(L,I)_n \cdot (0,0)_{n+1}$.

25

Si une réponse est reçue lors de l'étape 111, cela signifie qu'il existe déjà un module portant l'adresse $(N+1)-(L,I)_n \cdot (0,0)_{n+1}$, et donc que l'on vient de détecter une nouvelle intersection. Par conséquent, il convient de modifier l'adresse du module qui a répondu, et qui doit être égale à $(N+1)-(L,I+1)_n \cdot (0,0)_{n+1}$ (étape 113). Par ailleurs, l'adresse du module recherchée est égale à $(N+1)-(L,I+1)_n \cdot (1,0)_{n+1}$ (étape 114).

35 Dans le cas où une intersection a déjà été détectée immédiatement en aval du module M_{1-1} (étape 108), il convient d'interroger tous les modules situés immédiatement

- 16 -

en aval pour déterminer quel numéro de ligne du niveau $n+1$ affecter au module M_i à installer.

Pour cela, le module M_{i-1} émet un message d'interrogation vers le module portant l'adresse $(N+1)-(L, I+1)_n \cdot (L', 0)_{n+1}$,
 5 avec $L'=1$ (étapes 115, 116), puis se met en attente avec temporisation d'une réponse (étape 117). Si une réponse est reçue dans le délai (étape 119), le module émet un message vers le module suivant (avec $L'=2$) (étapes 118, 116 et 117), et ainsi de suite, jusqu'à ce que le module ne
 10 reçoive pas de réponse dans le délai. Lorsqu'aucune réponse n'est reçue, l'adresse recherchée est égale à $(N+1)-(L, I+1)_n \cdot (L', 0)_{n+1}$ correspondant à l'adresse contenue dans le dernier message d'interrogation envoyé (étape 120).

15 Une fois que l'adresse recherchée du module M_i à installer a été déterminée, le module M_{i-1} émet un message d'installation contenant cette adresse vers le module M_i à installer (étape 121), et se met en attente d'un accusé de réception (étape 122) qui est émis lors de l'étape 102.

20

L'adressage de tous les modules est ainsi effectué automatiquement, de proche en proche, en partant de l'unité centrale 13.

25 Sur la figure 7, chaque message transitant sur le réseau comprend :

- le numéro d'ordre 92 du dernier module réémetteur sur un octet,
- 30 - le sens du transfert 93 sur un octet, à savoir, 0 pour les messages destinés aux modules M_i , et 1 pour les messages destinés au poste central 10,
- l'adresse 95 du module émetteur ou destinataire du message en fonction du sens 93, sur 4 octets,
- 35 - les consignes 96 ou informations à transmettre sur 3 octets, et

- un mot de somme de contrôle 97 sur 2 octets permettant de vérifier que le contenu du message a été correctement transmis.

5 Grâce à cette structure un message transitant sur le réseau peut être répété par les différents modules M_i du réseau, de manière à s'affranchir de la portée limitée (quelques centaines de mètres) des transmissions par courant porteur. Une telle opération est avantageusement effectuée selon
10 l'algorithme représenté sur la figure 8.

Chaque module X d'adresse $N_X = (L_{Xn}, I_{Xn})_n$ qui reçoit un message commence par déterminer s'il est le destinataire du message en lisant les champs sens et si le sens est égal à
15 0, le champ adresse du module destinataire. S'il n'est pas destinataire du message, le module va déterminer s'il doit ou non répéter le message.

Si le message est destiné au poste central (étape 130), et si le numéro d'ordre N_X du module n'est pas compris entre
20 N_r , le numéro d'ordre du dernier module répéteur R ou l'émetteur du message, et $N_r - P$, P étant un pas fonction de la distance entre les modules, par exemple fixé à 5 (étape 132), alors le module X ne doit pas répéter le message. Il en est de même si le message est destiné à un
25 module O d'adresse $N_O = (L_{On}, I_{On})_n$, si le numéro d'ordre N_X du module X n'est pas compris entre N_r , et $N_r + P$, et si $N_X > N_O$, c'est-à-dire si le module X se trouve en aval du module destinataire O (étape 131).

En fait, l'utilisation du pas P permet d'éviter que
30 systématiquement tous les modules situés sur un chemin de transmission répètent le message, de manière à réduire les risques de saturation du réseau.

Dans le cas contraire (étapes 131 et 132), il s'agit de
35 comparer pour chaque niveau n d'adresse, en commençant par le niveau 1 (étape 133), les champs (L_{Xn}, I_{Xn}) de l'adresse du module X avec les champs correspondants (L_{On}, I_{On}) du module émetteur ou destinataire O contenu dans le message.

Si L_{Xn} est différent de L_{On} , c'est-à-dire, si le module X se trouve sur une ligne différente de celle du module O (étape 134), alors le module X ne doit pas répéter le message. Dans le cas contraire, trois cas peuvent se présenter (étapes 135 et 138) : soit les numéros d'intersection des modules X et O sont identiques ($I_{Xn} = I_{On}$), soit $I_{Xn} > I_{On}$, soit $I_{Xn} < I_{On}$.

10 Dans le premier cas, aucune intersection ne se trouve entre le module X et le module O, et le module X répète les étapes 134 et 135 pour les niveaux supérieurs (étapes 136 et 137).

15 Dans le second cas, le module X ne se trouve pas sur le chemin de transmission du message et le module X ne doit pas répéter le message.

Dans le troisième cas, c'est-à-dire, si au moins une intersection se trouve entre les modules X et O, le module X vérifie que les adresses de liaison des niveaux supérieurs sont nuls (étapes 139, 140 et 141). Si tel n'est pas le cas, cela signifie que les modules X et O se trouvent sur des branches différentes. Le module X ne doit donc pas répéter le message.

Dans le cas où le module X se trouve sur le chemin reliant le module O à l'unité centrale 13, le module X exécute l'étape 142 de répétition du message. Cette étape 142 consiste pour le module X, à répéter immédiatement le message si l'écart entre son numéro d'ordre N_X et celui du module répéteur R est égal à $P-1$ ($|N_X - N_R| = P-1$).

Le module suivant de numéro d'ordre N, situé juste après le module X, entre ce dernier et le module répéteur R ($|N - N_R| = P-2$), attend avec une temporisation que le module X répète le message, et répète le message si le délai est écoulé. Si le module suivant n'a pas répété le message dans un certain délai, c'est alors au module qui suit dans la

direction du module répéteur R ($|N-N_R| = P-3$) de le répéter, et ainsi de suite jusqu'au module répéteur R.

Lorsque le message a été répété par un module, celui-ci transmet un accusé de réception au module répéteur
5 précédent.

Par ailleurs, avant de répéter un message, le module X calcule la somme de contrôle contenu dans le message et la compare avec la valeur du champ somme de contrôle 97 du message. Si une différence est constatée, le message n'est
10 pas répété. Constatant alors qu'aucun accusé de réception n'a été envoyé dans un certain délai, le dernier module répéteur ou l'émetteur du message répète le message.

De cette manière, on obtient une grande sécurité dans la transmission des informations.

15 Le module X qui répète un message, inscrit au préalable son numéro d'ordre dans le champ 92 prévu à cet effet dans le message.

En pratique, chaque poste électrique 12, est associé à une
20 unité centrale 13 installée dans une armoire de distribution électrique 4,5.

Chaque unité centrale possède une structure analogue à celle des modules, à la différence qu'elles comprennent un
25 circuit de couplage 220 V pour chaque phase du secteur triphasé, et sont susceptibles d'émettre et recevoir sélectivement des messages sur chacune des trois phases.

Chaque unité centrale 13 définit une zone comprenant tous
30 les modules situés sur les lignes en aval de l'unité centrale par rapport au poste central 10, une unité centrale se situant sur la limite entre deux zones et étant numérotée comme un module dans la zone amont. Dans une zone, tous les modules sont numérotés à partir de l'unité
35 centrale amont définissant la zone, en partant de l'adresse 0-00.00.00 pour l'unité centrale.

- 20 -

Avantageusement, tel que représenté sur la figure 9, les zones sont numérotées de la même façon que les lignes d'une zone, par exemple sur quatre niveaux, les unités centrales correspondant aux intersections dans la numérotation des
5 lignes.

Ainsi, toutes les zones situées sur une ligne principale sont numérotées à partir du poste central 10, 00.00.00.00, 10.00.00.00, 12.00.00.00 ..., 00.00.00.00 étant la zone
10 incluant le poste central 10.

Les messages échangés entre les modules M_i et le poste central 10 comprennent alors un champ supplémentaire contenant le numéro de la zone et l'adresse de module de
15 l'unité centrale 13 suivantes à atteindre pour accéder au destinataire, l'adresse du module émetteur ou destinataire (suivant le sens) étant complété par le numéro de la zone dans laquelle se trouve le module.

A chaque changement de zone, lorsque qu'un message est reçu
20 par une unité centrale 13, le champ supplémentaire du message est mis à jour par l'unité centrale 13 avec le numéro de la zone suivante et l'adresse de module de l'unité centrale suivante à atteindre pour que le message arrive à destination.

25 Pour pouvoir assurer le routage des messages, chaque unité centrale 13 mémorise une table associant chaque zone limitrophe de la zone définie par l'unité centrale, à l'adresse de module de l'unité centrale qui définit la
30 zone.

De cette manière, un nombre quasiment illimité de modules peut être adressé et communiquer avec le poste central 10 sans installation de lignes de communication spécialisées.

35

REVENDICATIONS

1. Procédé de communication entre une pluralité de modules (M_i) interconnectés en un réseau comprenant une unité centrale (13) et dans lequel chaque module (M_i) est relié directement à un autre module (M_{i-1}) unique, dit amont, en direction de l'unité centrale (13), le module amont (M_{i-1}) pouvant être constitué par l'unité centrale (13),
- 10 caractérisé en ce qu'il comporte une phase d'adressage automatique des modules (M_i) au cours de laquelle l'adresse de chaque module (M_i) est déterminée par le module amont (M_{i-1}) déjà associé à une adresse, ladite phase comprenant pour chaque module (M_i) :
- 15 - la mise du module (M_i) en attente d'un message d'installation contenant une adresse,
- la détection par le module amont (M_{i-1}) du nombre de modules avals déjà associés à une adresse et qui lui sont reliés directement,
- 20 - le calcul par le module amont (M_{i-1}) de l'adresse du module (M_i) en attente, à partir de l'adresse du module amont (M_{i-1}) et du nombre de modules avals détectés,
- la transmission par le module amont (M_{i-1}) au module (M_i) en attente, d'un message d'installation contenant
- 25 l'adresse ainsi calculée, et le stockage en mémoire de l'adresse reçue par le module (M_i) en attente.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'adresse d'un module (M_i) donné
- 30 comprend un numéro d'ordre (70) obtenu en numérotant successivement tous les modules situés sur un chemin reliant le module donné (M_i) à l'unité centrale (13), en commençant par un pour le module (M_1) situé sur ledit chemin et relié directement à l'unité centrale (13), ainsi
- 35 qu'une adresse de liaison (71) permettant de déterminer le chemin reliant le module (M_i) à l'unité centrale (13).

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce qu'il comprend l'échange par les modules
(M_i) de messages émis sur le réseau, chaque message
comprenant des informations (92,95) sur les adresses de
5 l'émetteur et du destinataire du message.

4. Procédé selon la revendication 3,
caractérisé en ce qu'il comprend pour chaque module (M_i) du
réseau se trouvant à portée d'un émetteur d'un message :

10 - la réception du message par le module (M_i),
- la détermination par le module (M_i) du chemin reliant
l'émetteur au récepteur grâce aux informations (92,95)
sur les adresses de l'émetteur et du destinataire du
message, et

15 - la répétition du message par le module (M_i) si celui-ci
se trouve sur le chemin reliant l'émetteur au
destinataire, et si le message n'a pas déjà été répété
par un autre module, les informations (92,95) sur
l'adresse de l'émetteur du message étant au préalable
20 remplacées par celles relatives à l'adresse du module
(M_i).

5. Procédé selon la revendication 4,
caractérisé en ce que la répétition d'un message est
25 effectuée en priorité par le module (M_i) situé sur le
chemin reliant l'émetteur au destinataire du message, et
séparé du module émetteur par un nombre (P) prédéterminé de
modules, puis successivement par les modules suivants en
direction de l'émetteur, si le module précédent n'a pas
30 répété le message.

6. Procédé selon l'une des revendications 2 à 5,
caractérisé en ce que l'adresse de liaison (71) de
l'adresse d'un module (M_i) comporte un premier champ (72)
35 comprenant un numéro de ligne (L) principale reliée
directement à l'unité centrale (13) et faisant partie du
chemin reliant l'unité centrale (13) au module (M_i), et un
numéro d'intersection (I) donnant le nombre d'intersections

de la ligne principale avec des lignes secondaires, situées entre l'unité centrale (13) et le module (M_i).

7. Procédé selon la revendication 6,

5 caractérisé en ce que l'adresse de liaison (71) de l'adresse d'un module (M_i) comporte au moins un second champ (73) comprenant un numéro ligne (L) secondaire connectée à l'intersection dont le numéro est donné par le
10 numéro d'intersection du champ précédent (72), et un numéro d'intersection (I) donnant le nombre d'intersections de la ligne secondaire avec d'autres lignes secondaires, situées entre le début de la ligne secondaire et le module (M_i).

8. Procédé selon l'une des revendications

15 précédentes, caractérisé en ce que le réseau comprend une pluralité d'unités centrales (13) et un poste central (10), chaque unité centrale (13) définissant une zone comprenant tous les modules situés en aval de l'unité centrale (13) par
20 rapport au poste central (10), l'adresse de chaque module (M_i) d'une même zone étant définie par rapport à l'unité centrale (13) définissant la zone, chaque unité centrale (13) étant associée à une adresse de module dans la zone amont par rapport au poste central (10), chaque zone étant
25 associée à une adresse permettant à un module (M_i) d'être localisé sans risque d'erreur par rapport au poste central (10), par une adresse de zone et une adresse de module dans la zone.

30 9. Procédé selon la revendication 8,

caractérisé en ce l'adresse d'une zone est construite de la même façon qu'une adresse de module, les intersections entre zones étant constituées par les unités centrales (13).

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce le réseau est constitué par le réseau de distribution électrique, les messages étant transmis par
5 courant porteur bidirectionnel modulé en phase.

11. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'il comprend une pluralité de modules
10 (M_i) comprenant chacun des moyens (22,23,25) pour émettre et recevoir des messages véhiculés par l'intermédiaire du réseau électrique, par courant porteur bidirectionnel modulé en phase, et permettant à chaque module (M_i) de communiquer avec un poste central (10) couplé au réseau.

15

12. Dispositif selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que les moyens (22,23,25) pour communiquer avec le poste central (3) émettent et reçoivent
20 des messages transmis par courant porteur, en modulation de phase, à une fréquence de 132 kHz.

13. Dispositif selon l'une des revendications précédentes,
25 caractérisé en ce que les moyens (22,23,25) pour communiquer avec le poste central (10) sont conçus pour recevoir tous les messages véhiculés par la ligne électrique (15,16), et pour répéter les messages qui ne leur sont pas destinés.

30

14. Dispositif selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que le poste central (10) comprend un calculateur (11) connecté au réseau électrique par
35 l'intermédiaire d'un module d'interface (12) permettant le transfert de données entre le calculateur (11) et le réseau électrique, et à une base de données (BD) où sont stockées les informations concernant chaque module (M_i) connecté au

réseau, ces informations comprenant notamment l'adresse du module associée à des informations de localisation géographique du module.

5 15. Dispositif selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que le réseau de distribution électrique est constitué d'un ensemble de réseaux indépendants connectés chacun à une armoire de distribution électrique
10 (4,5) raccordée à un poste électrique (1,2), les réseaux indépendants étant interconnectés de manière à assurer la continuité du transfert d'informations d'un réseau à l'autre, grâce à des dispositifs de couplage de réseau (14).

15
 16. Dispositif selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que les moyens (22,23,25) pour émettre et recevoir comprennent un circuit modulateur / démodulateur à
20 modulation de phase du type asynchrone synchronisé, capable de transmettre des données numériques à l'aide d'une porteuse (F_t) en forme de créneaux, ce circuit comprenant une première porte OU EXCLUSIF (53) sur laquelle sont appliqués en entrée, la porteuse (F_t) et le signal (T_x)
25 contenant les données à transmettre, et dont la tension de sortie est en phase ou en opposition de phase avec la porteuse (F_t) en fonction du niveau logique 1 ou 0 de la donnée émise ; et une seconde porte OU EXCLUSIF (52) sur laquelle sont appliqués en entrée, la porteuse (F_t) et le
30 signal reçu (F_x), et dont la tension de sortie est au niveau logique 0 ou 1 suivant que le signal reçu (F_x) est en phase ou en opposition de phase avec la porteuse (F_t).

 17. Dispositif selon la revendication 16,
35 caractérisé en ce le circuit modulateur / démodulateur comprend en outre :
- un oscillateur (54) engendrant la porteuse (F_t) et dont la phase est commandée par une tension (U_0), de manière à

- 26 -

- être synchrone en fréquence et en phase en émission, avec un signal de (F_0) engendré par un oscillateur (58), et en réception, avec le signal (F_x) reçu ; et
- un échantillonneur-bloqueur auquel est appliqué le signal
- 5 issu de la seconde porte OU EXCLUSIF (52), conçu pour prélever des échantillons du signal issu de l'oscillateur commandé en phase (54), à une fréquence double de celle de la porteuse (F_t), et délivrer une tension de sortie
- 10 qui reste bloquée au niveau logique 0 ou 1 du dernier échantillon prélevé, de manière à démoduler le signal (F_x) de transmission de données numériques reçu.

18. Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce que l'oscillateur commandé en phase (54)
- 15 est contrôlé en phase par une tension (U_0) fournie par une boucle d'asservissement comprenant :
- la seconde porte OU EXCLUSIF (52),
 - l'échantillonneur-bloqueur,
 - une troisième porte OU EXCLUSIF (51), et
- 20 - un filtre intégrateur (62).

1/7

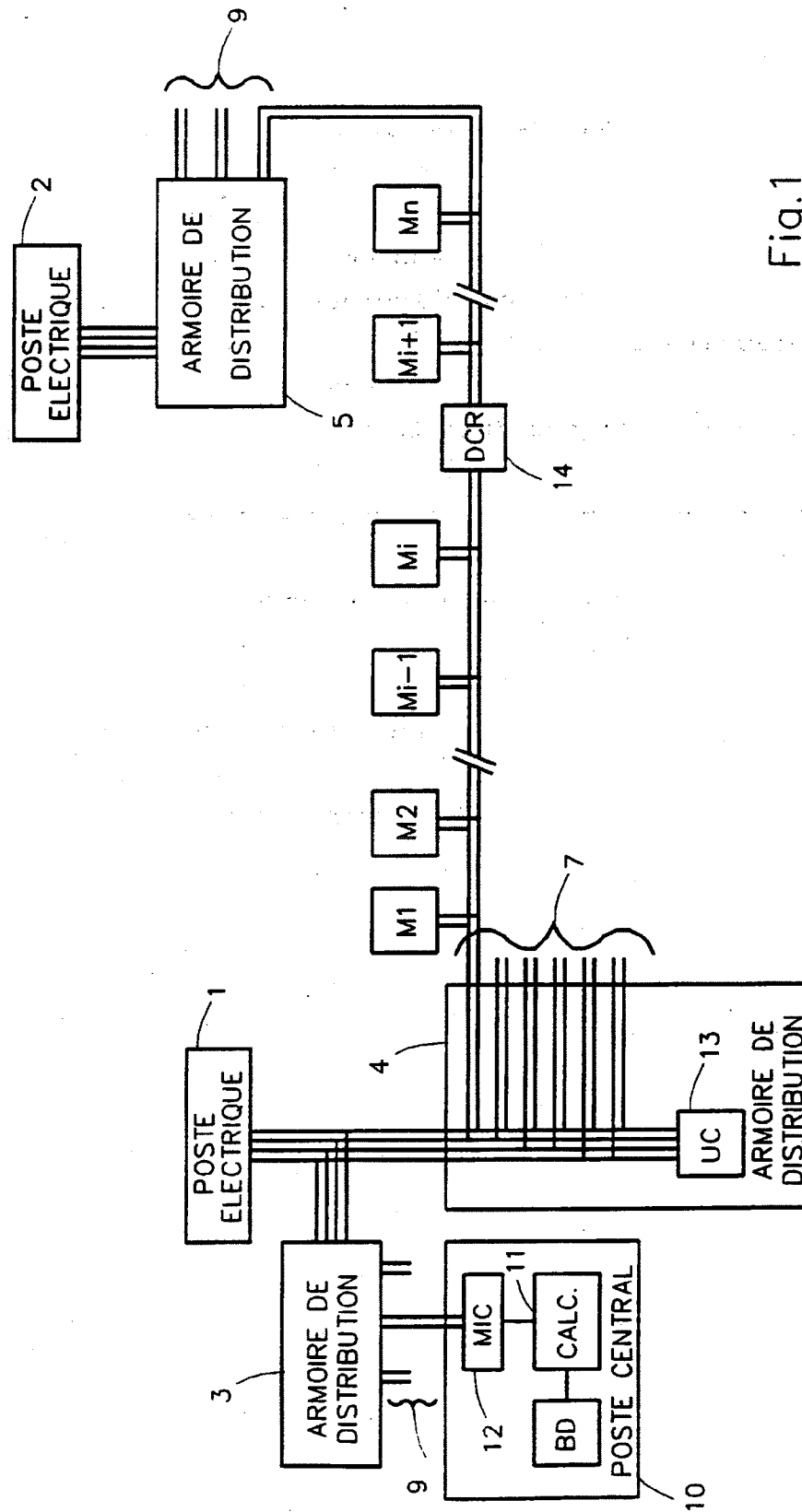
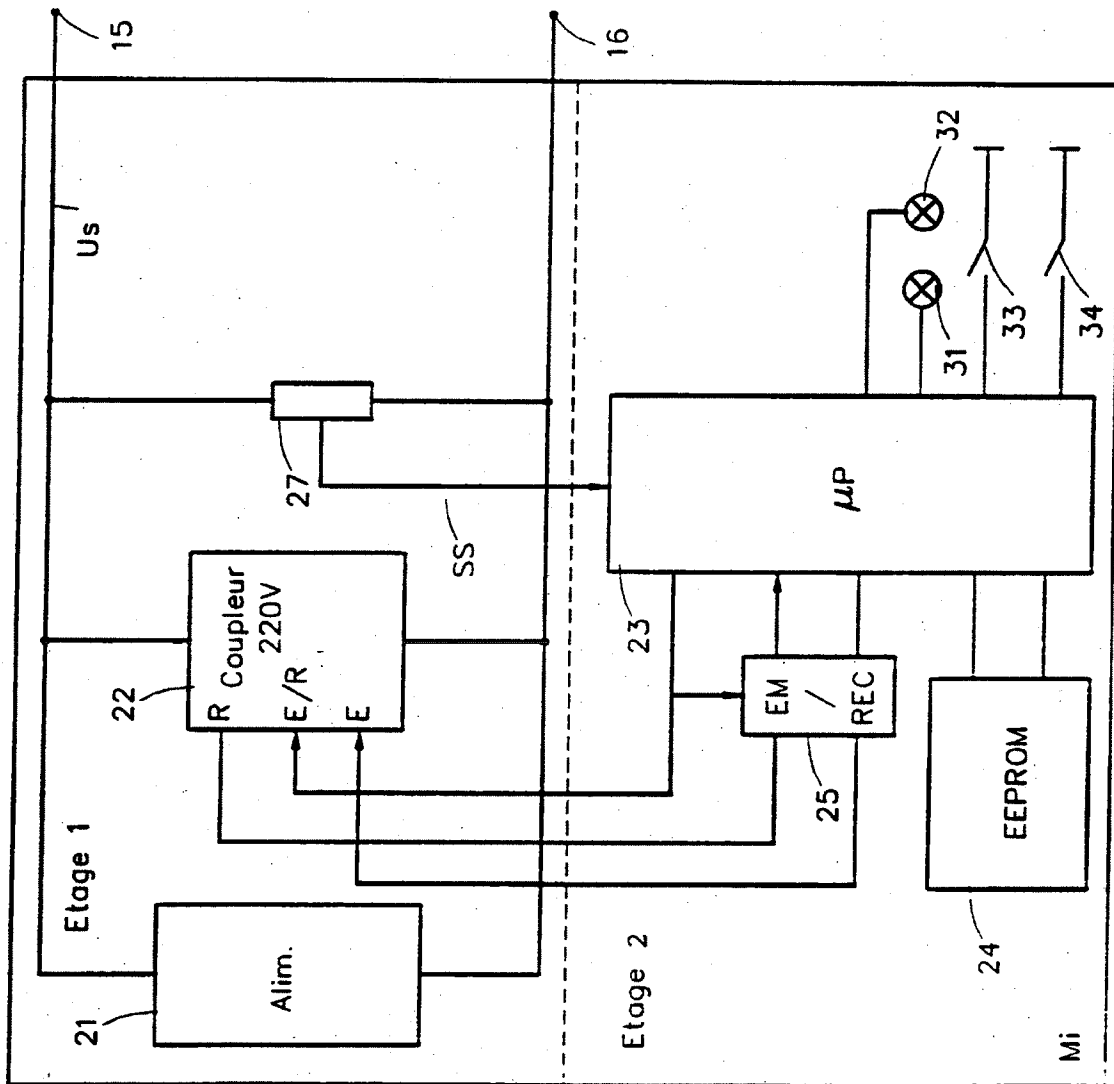


Fig.1

2/7

Fig. 2



3/7

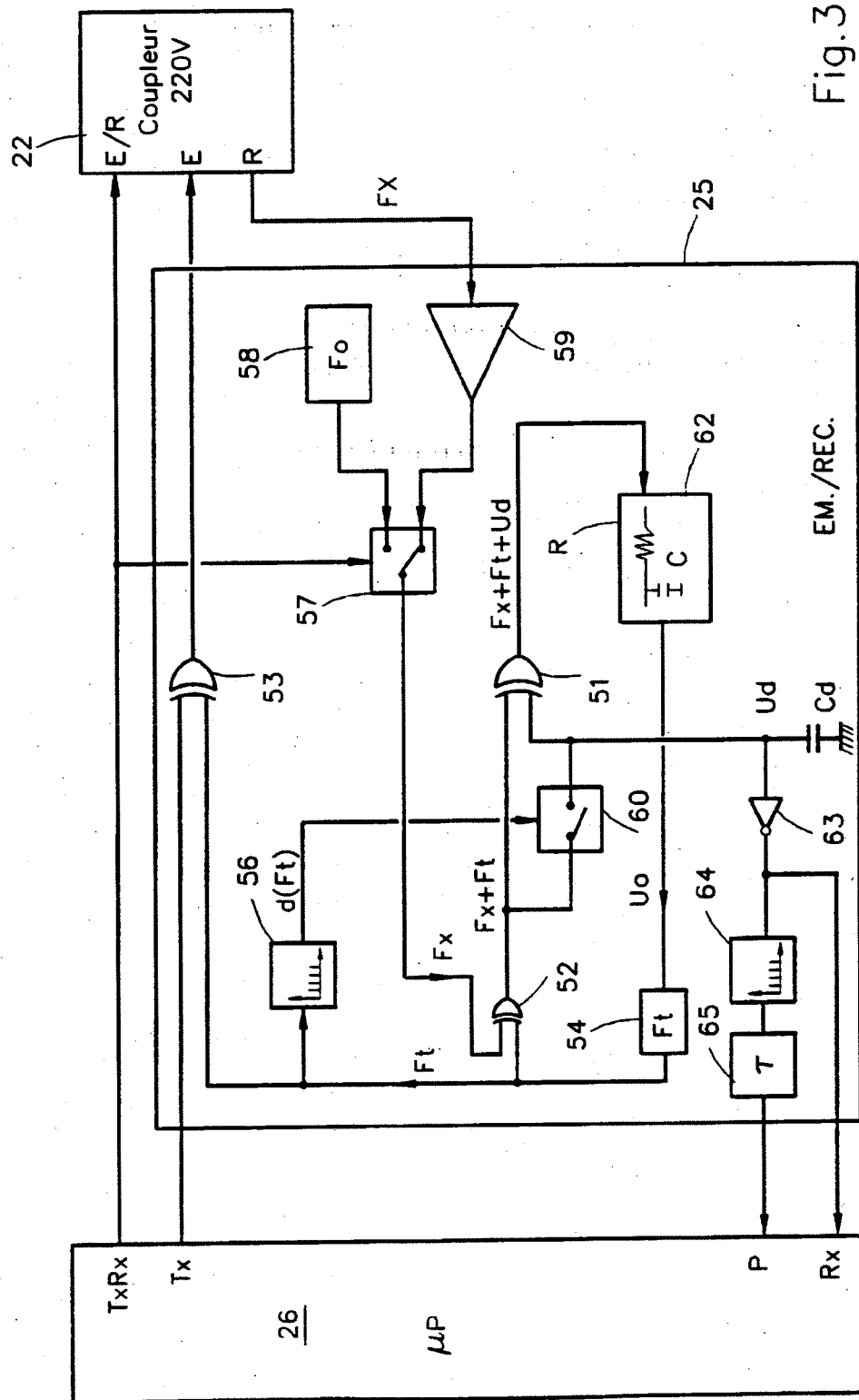


Fig. 3

4/7

Fig.4

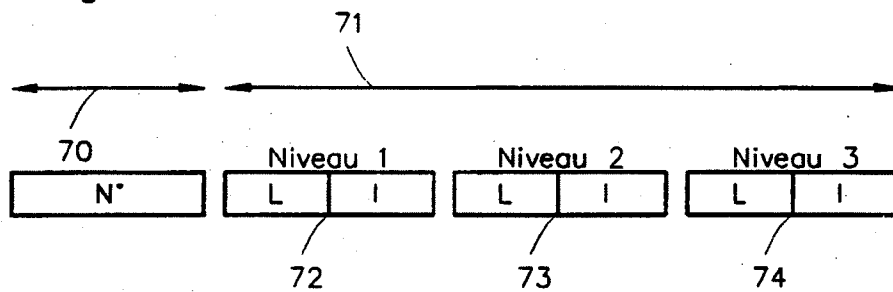


Fig.5

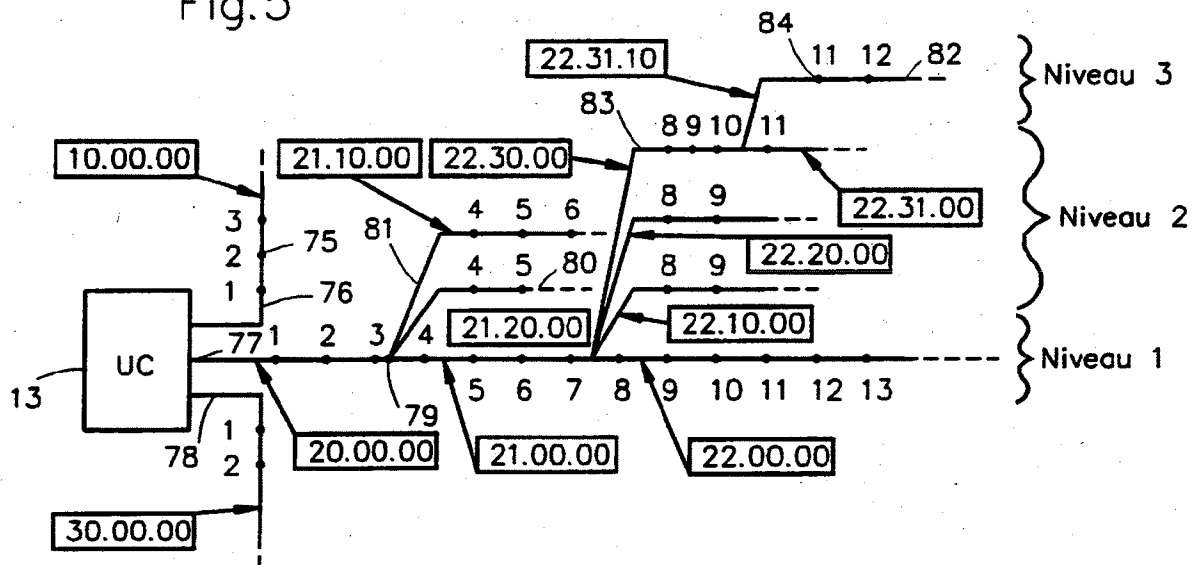
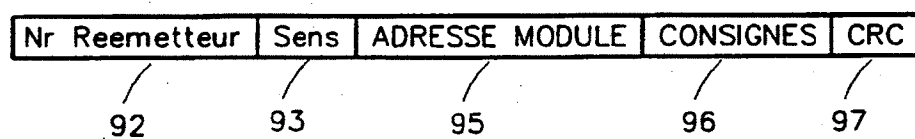
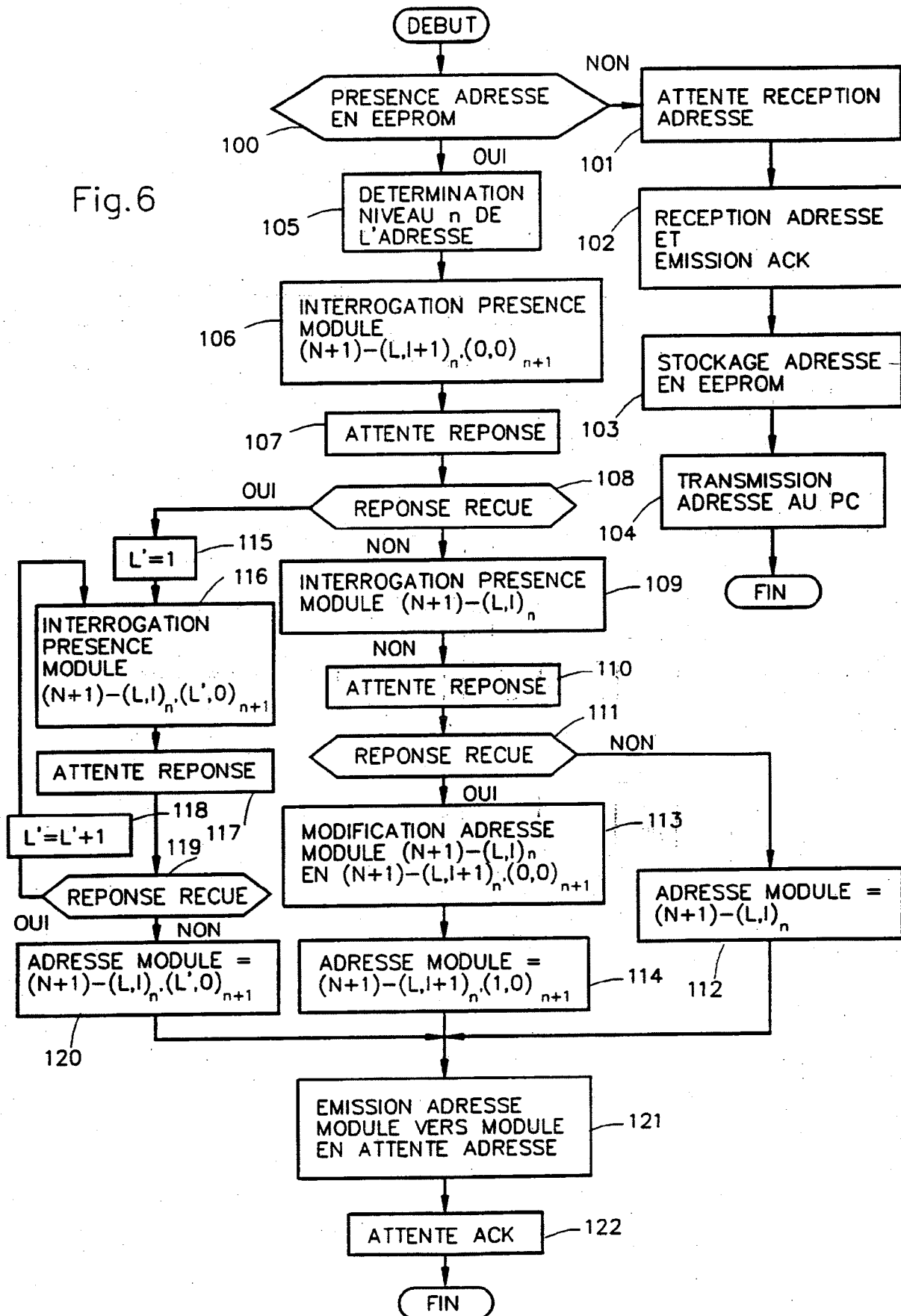


Fig.7



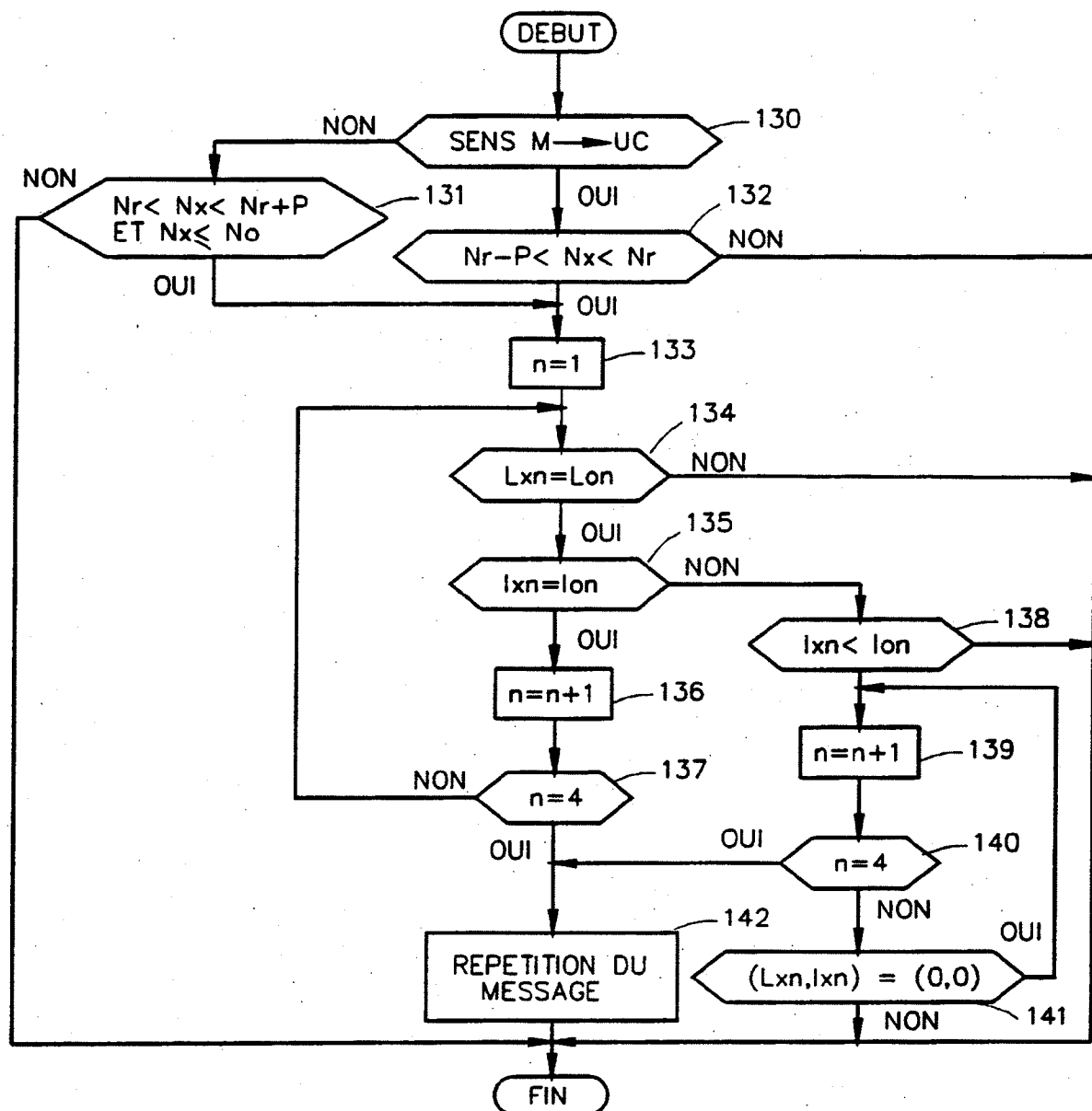
5/7

Fig.6



6/7

Fig.8



7/7

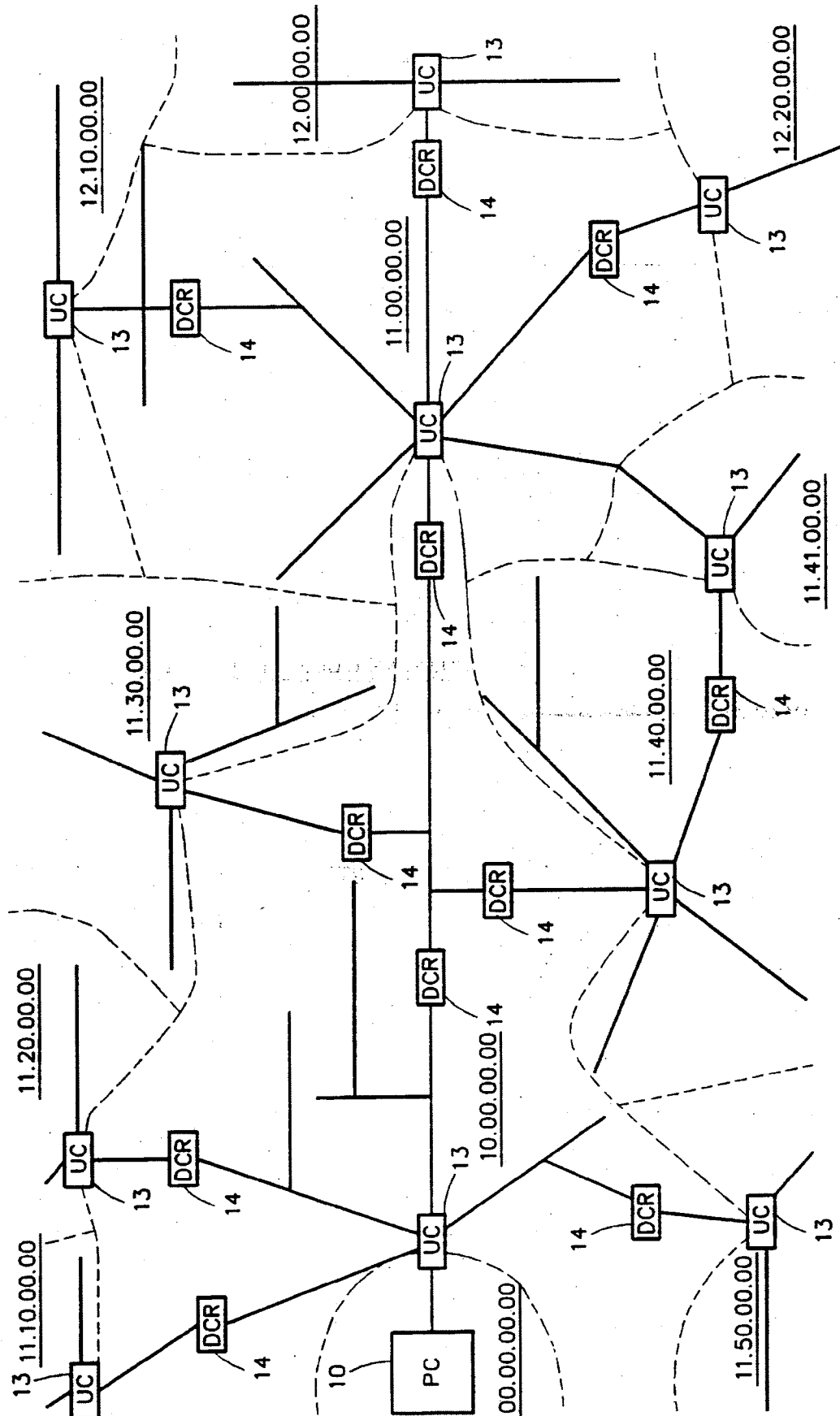


Fig.9

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLERAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheFA 514479
FR 9505749

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	WO-A-95 01030 (FARNSWORTH WILLIAM DAVID & HM ; FARNSWORTH OLGA & HF (GB); REMOTE M) 5 Janvier 1995 * le document en entier * -----	1,3,4, 8-11, 13-15
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		H04L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
29 Janvier 1996		Mikkelsen, C
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		